

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT AND ITS PRODUCTION**

Patent Number: JP8022023  
Publication date: 1996-01-23  
Inventor(s): WAKEMOTO HIROBUMI; others: 04  
Applicant(s):: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP8022023  
Application Number: JP19940153535 19940705  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G02F1/136 ; G02F1/1335 ; G02F1/1337  
EC Classification:  
Equivalents:

**Abstract**

**PURPOSE:** To make it possible to exactly control the different sizes of domains of orientation and to make a visual field angle symmetrical and wider by providing the above element with electric field distortion generating sections within pixels in prescribed directions suitable for twisted nematic liquid crystals.

**CONSTITUTION:** An empty cell is assembled by forming pixel electrodes 2 and common electrodes 7 on an upper substrate 20 and applying oriented films 15 consisting of a polyimide A on the respective electrodes. The liquid crystals 14 formed by adding left-hand chiral additives to the nematic liquid crystals and specifying the chiral pitch to 50µm are injected into the empty cell. At this time, the liquid crystal molecules 18 in the central layer of the cell thickness direction are horizontal to the substrate and are TN oriented. The common electrodes 7 cover the parts exclusive of slits 11. These slits 11 are along the diagonal lines of the pixels by having about inclination 60 deg.. The width thereof is about 6µm and only the parts overlapping on the pixel electrodes are opened. The slits function as the electric field distortion generating sections for distorting the electric fields of the liquid crystal layer in the pixels.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-22023

(43) 公開日 平成8年(1996)1月23日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/136			
	1/1335	5 1 0		
	1/1337	5 0 0		

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平6-153535

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(22) 出願日 平成6年(1994)7月5日

(72) 発明者 分元 博文

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 津田 圭介

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 佐谷 裕司

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

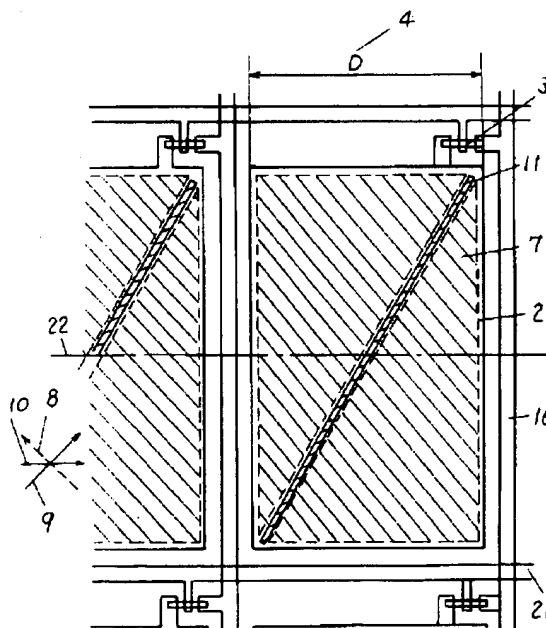
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子とその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 ねじれネマチック液晶等の視野角を広げる。

【構成】 スプレイ変形を含むTN配向液晶の、中央層の液晶分子の配向方位と交差する方向に、画素電極2の面積を概ね2等分するように共通電極7の一部削除してスリット11を入れる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電極甲及び電極乙の両電極が液晶分子を含有する液晶層を介して相対向して画素を形成し、電圧無印加時において前記液晶分子が、前記両電極の主表面にほぼ平行で、所定の方向に配向する前記液晶層のほぼ中央部に存在する中央層を有し、前記電極甲から前記電極乙へ向かう方向に沿って前記所定の方向を中心に概ね90度捻れ、前記電極甲から前記電極乙に向かってスプレッド変形を伴うように配向する表示素子において、前記所定の方向と垂直でない特定の傾き角で交わり、前記電極甲の主面の軸方向に平行な方向に、前記電極甲の面積をほぼ2等分する電界歪発生部位を設け、電極甲と乙間に電圧を印加したときに、前記電界歪発生部位周辺の液晶層の等電位線を、乙側に膨らんだ凸形状に歪ませることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】電極甲表面の液晶の配向方向と電界歪発生部位との成す角が、電極乙表面の液晶の配向方向と前記電界歪発生部位との成す角よりも大きいことを特徴とする、請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項3】電界歪発生部位が、筋状に設けた電極乙の欠如部である、請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項4】電極甲の形状が長方形であり、長方形の対角線に沿って電極甲をほぼ面積の等しい三角形に2分するように電界歪み発生部位を設けた、請求項1または2何れかに記載の液晶表示素子。

【請求項5】電界歪発生部位が、液晶分子または液晶層の何れかより誘電率の大きな材質で電極甲上に設けた筋状の突起であることを特徴とする、請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項6】材質が、酸化チタンまたは酸化タンタルの少なくとも何れか一方を主成分とする無機酸化物である、請求項5記載の液晶表示素子。

【請求項7】電界歪発生部位が、少なくとも表面が導電体の材料を含む電極甲上に設けた筋状の突起であり、前記導電体が前記電極甲と導通していることを特徴とする、請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項8】電界歪発生部位が、液晶分子または液晶層の何れかよりも誘電率の小さい誘電体の膜で電極甲を覆った前記誘電体膜の欠如部であることを特徴とする、請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項9】誘電体の膜が、ポリイミド配向膜である請求項8記載の液晶表示素子。

【請求項10】電界歪発生部位が、液晶分子または液晶層の何れかより誘電率の小さい誘電体の膜で電極乙上に設けた筋状の突起であることを特徴とする、請求項1記載の液晶表示素子。

【請求項11】電極甲及び電極乙上に設けた高分子膜が、画素よりも十分小さく、プレチルト角の異なる微小領域に分かれていることを特徴とする、請求項1記載の液晶表示素子。

2

【請求項12】電極甲及び電極乙上での液晶分子のプレチルト角が、3度以下である請求項1または11何れかに記載の液晶表示素子。

【請求項13】対向する2枚の基板A及びB間にカイラルネマチック液晶を挟み、前記基板A上にマトリクス状に配置した複数の画素と、前記複数の画素の各々を駆動するアクティブ素子を形成し、前記基板B上には前記複数の画素を覆う共通電極膜を形成する液晶表示素子の製造方法において、前記共通電極膜の一部をエッチングにより前記複数の画素電極の各々の面積を概ね2等分するよう直線状に除去した後、前記基板A及びBをラビングし、前記基板A及びBのラビング方向が、前記基板A及びBを対向させたときに前記直線の基板面内の垂線に対称線としておよそ90度捻れる向きであり、前記捻れる向きが前記カイラルネマチック液晶の捻れ方向と逆であることを特徴とした液晶表示素子の製造方法。

【請求項14】対向する2枚の基板A及びB間にカイラルネマチック液晶を挟み、前記基板A上にマトリクス状に配置した複数の画素と、前記複数の画素の各々を駆動するアクティブ素子を形成し、前記基板B上には前記複数の画素を覆う共通電極膜を形成した液晶表示素子の製造方法において、前記基板Aまたは基板Bの少なくとも一方の基板上に、前記複数の画素の各々の面積を概ね2等分する電界歪を発生させる構造を直線状に形成した後、前記基板A及びB上に光感光性高分子膜を塗布し、前記直線と偏向軸が45度をなす偏光紫外線を前記基板Aまたは基板Bの一方の基板に照射し、前記偏光軸と直交する偏光紫外線を他方の基板に照射して、前記光感光性高分子を重合させることを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項15】対向する2枚の基板A及びB間にカイラルネマチック液晶を挟む液晶表示素子の製造方法において、前記基板Aまたは基板Bの何れか一方の基板上にマトリクス状に配置した複数の画素と、前記複数の画素の各々を駆動するアクティブ素子を形成した後、前記カイラルネマチック液晶より誘電率の大きい誘電体膜を成膜し、前記複数の画素の各々の面積を2等分する直線上の前記誘電体膜を残して前記画素電極上の前記誘電体膜をエッチングにより除去した後、前記基板A及び基板Bに、前記基板A及び基板Bを対向させたときに、前記直線の基板面内の垂線に対称線としておよそ90度捻れる向きであり、前記捻れる向きが前記カイラルネマチック液晶の捻れ方向と逆となるよう、配向処理を施すことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【請求項16】対向する2枚の基板A及びB間にカイラルネマチック液晶を挟み、複数の画素を配置する液晶表示素子の製造方法において、前記基板Aに画素を駆動するアクティブ素子を形成した上に誘電体膜を成膜し、前記複数の画素の各々の面積を2等分する直線上の前記誘電体膜を残して前記画素電極上の前記誘電体膜をエッチ

ングにより除去した後に、画素を形成する透明電極を形成した後に、前記基板A及び基板Bに、前記基板A及び基板Bを対向させたときに、前記直線の基板面内の垂線を対称線としておおよそ90度捻れる向きであり、前記捻れる向きが前記カイラルネマチック液晶の捻れ方向と逆となるよう、配向処理を施すことを特徴とする液晶表示素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、液晶、特にネマチック液晶を用いた液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 ネマチック液晶を用いた、表示素子は、液晶分子の配向によっていくつかのモードがある。もっとも普及しているのは、捻れネマチック(TN)液晶であり、その他にホメオトロピック(垂直)配向、またはホモジニアス(水平)配向の複屈折モードやゲストホストモード等がある。

【0003】 TN液晶は、誘電異方性が正の液晶を、水平配向処理した電極付き基板の間に挟んで、90度捻った状態を安定状態とし、このとき液晶の配向に沿って偏波面が90度回転し、偏光子と検光子を直交させていると、白表示となる。電圧印加により液晶分子が立つと、入射偏光はそのまま液晶層を進むので、検光子により吸収されて黒表示となる。

【0004】 水平配向処理は、通常、ポリイミドをラビング処理するが、このとき、数度程度のプレチルトが生じる。従来、TN液晶では、ねじれの向きと分子の立ち上がる方向を揃えるため、液晶に微量のカイラルネマチック液晶を混ぜ、これのねじれ方向が安定になり、液晶層の中央部の分子が少し傾くように、上下基板でのプレチルトの向きを図10のように決めていた。

【0005】 図10はセルの断面図で、画素電極2と共通電極7上に配向膜15を塗布してラビング処理することで、基板上の分子92が基板面から数度起き上がる(プレチルト)。セルは偏光板12、13に挟む。

【0006】 このセルに電圧を印加すると、ネマチック液晶では基板上の液晶分子92は界面に固定されており、中間層の液晶分子93があらかじめ傾いた方向へ図11のように立っていく。パネルに対して斜めから見ると、液晶分子の頭方向90からでは複屈折が小さいために暗く、分子の腹方向91から見ると複屈折が大きいために明るくなって、視野角によってコントラストが異なり、表示の視野角を小さくするという問題点があった。

【0007】 特開平4-149410号公報は、TN液晶での視野角依存性を軽減する方法を開示している。プレチルトの向きをカイラル液晶の捻れ方向と逆にすると、図12のように中央層の液晶分子18は水平に配向し、電圧印加時の分子の立ち上がり方向が一意的に決まらなくなる。このため、画素を形成する電極端における電場の歪

による、電界の傾斜の影響を受けて、画素の両端から、立ち上がり方向の違う領域(ドメイン)に図13のように分かれて、従来のような視野角の非対称性が解消されるとしている。

【0008】 また、電極端の電場に歪を利用して分子の傾斜方向を制御する試みは、ホメオトロピック配向でも行われている(例えば、Jean Frederic Clerc, "Vertically Aligned Liquid-Crystal Displays", SID91 DIGEST, 758頁から761頁)。ホメオトロピック配向では、誘電異方性が負の液晶を用いて、無電界時の垂直配向が、電圧印加により液晶分子が倒れて複屈折が生じるようにする。

【0009】 電圧印加時に分子が倒れる方向は、まったくの垂直配向からではどちらに向くか決まらないので、通常は弱いラビング処理を垂直配向膜に施して、ほんのわずか(1度程度)の傾きを付けていた。クラークは、ラビングしていない垂直配向膜でも、電極の中央に小さなスリットを設けることで、液晶分子がほぼ4つの方向(東西南北)に分かれて倒れることを利用して、視野角を広げた。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 特開平4-149410号公報は、立ち上がり方向が逆の2つのドメインが、画素内でほぼ同じ大きさになり、視野角が対称になると記述しているが、本発明者らの実験では、パネル内の場所により2つのドメインの面積比率は異なっていた。このため、斜め方向からこのようなパネルを見ると、ドメインの面積比率のむらが表示ムラとなってしまうという問題が生じた。

【0011】 また、高い電圧を印加して液晶分子を立てると、2つのドメインの境界であるドメイン壁から、捻れ方向が逆の従来TNと同じ配向が発生し、だんだんその不良配向領域が大きくなるという問題もあった。

【0012】 また、クラークの方法は、分子のどの方向にも倒れ得るホメオトロピック配向では有効であったが、TN配向や水平配向は配向方向が固定されていることや、捻れていることなど条件が全く異なっており、完全に配向を制御することは難しい。また、ホメオトロピック配向は、誘電異方性が負の液晶が必要であることや、セル厚を特定の値にしないと色が付くことなど、TN液晶に比べると制限が多く、使いにくい点が多い。

【0013】

【課題を解決するための手段】 上記の課題を解決するために本発明の液晶表示素子は、電極甲及び電極乙の両電極が液晶分子を含有する液晶層を介して相対向して画素を形成し、電圧無印加時において前記液晶分子が、前記両電極の主表面にほぼ平行でかつ所定方向に配向する前記液晶層のほぼ中央部に存在する中央層を有し、電極甲から電極乙へ向かう方向に沿って前記所定方向を中心

ってスプレイ変形を伴うように配向する表示素子において、前記所定の方向と垂直でない特定の傾き角で交わり、かつ前記電極甲の主面の軸方向に平行な方向に、前記電極甲の面積をほぼ2分する電界歪発生部を設け、電極甲と乙間に電圧を印加したときに、前記電界歪発生部位周辺の液晶層の等電位線を、乙側に膨らんだ凸形状に歪ませる構成により上記課題を解決できる。

【0014】また、本発明の表示素子は、複数の画素電極の面積をほぼ2分する位置に、電界歪部位を設ける製造方法によって達成され、その電界歪発生部位は、画素電極をエッチング等の手段で所定の位置に電極欠如部部を作成する、画素電極上または共通電極上の所定の位置に突起部を設ける等の手段で形成できる。

【0015】

【作用】中央層の液晶分子の向きと交差する画素電極端の電界の傾斜により、画素電極端部付近の分子の立ち上がり方向が決まることは、特開平4-149410号公報の記載の通りであるが、2つのドメインの境界の位置は、上下の基板のプレチルトの微妙な違いや配向膜上の微妙な凹凸といった偶然に左右されてしまう。

【0016】本発明は、画素内部に線状の電界歪発生部位を所定の条件を満たすように設けることにより、ドメインの境界が電界歪発生部位上に固定でき、ドメインの面積を必ず等しくできる。ここで所定の条件とは、簡単にいうと、画素電極端の電界の傾斜方向と、同じ方向の傾斜電界を電界歪発生部位の両側に発生させることである。画素電極端と同方向の傾斜電界を発生させると、同方向の傾斜電界に挟まれた領域は、その幅が広すぎなければ均一なドメインになる。

【0017】電界歪発生部位の役割は、傾斜電界を発生させて近傍の分子の立ち上がり方向を固定するだけではなく、傾斜電界に挟まれた領域を均一化するための動的な応答過程の制御も担っている。すなわち、電界歪発生部位の電位は、その周辺の画素電極上の電位とは不連続または急激な変化になっている。

【0018】この様な電位が急激に変化するような部分の近傍では、電界強度が強くなる。そのため、他の画素部より、先に応答が始まり、内部が均一化されていくのである。

【0019】また、線状の電界歪発生部位の幅が例えば数 $\mu\text{m}$ 程度と非常に狭い場合は、対向基板側での電界の傾斜が小さくなるが、傾斜の大きい電界歪発生部位側基板の近傍が先に応答するために、このときでもドメインを均一化できる。

【0020】

【実施例】以下、本発明の具体例について詳細に述べる。

【0021】（実施例1）図1、図2は、本発明の第1の実施例の液晶表示素子の平面図及び断面図である。図2は図1の一点鎖線部22の断面図である。下基板1上

には、酸化インジウム錫（ITO）の画素電極2及び、画素電極2を駆動する薄膜トランジスタ3が形成してある。上基板20上には、クロムからなるブラックマトリクス遮光層4とカラーフィルター5、二酸化珪素からなるオーバーコート層6、ITOの共通電極7を形成している。但し、ブラックマトリクス遮光層4は、図1の平面図では図示しにくいので遮光層のない開口部17に左上がり斜線を描いており、遮光層4は開口部以外をすべて覆っている。

【0022】それぞれの電極上にはポリイミドAからなる配向膜15を塗布し、下基板は方向8へ、上基板は方向9へラビングし、直径5 $\mu\text{m}$ の球形スペーサを散布して、セル厚5 $\mu\text{m}$ の空セルを組み立てた。

【0023】そして、ネマチック液晶に左回りのカイラル添加剤S-811を添加して、カイラルピッチを50 $\mu\text{m}$ とした液晶14を空セルに注入した。このとき、セル厚方向の中央層の液晶分子18は、基板に水平で、方向10を向いており例えば図12のようにスプレイ変形を含んだTN配向（以下ではスプレイTN配向と呼ぶ）になっている。

【0024】共通電極7は、配向膜を塗布する前に、フォトリソグラフィと、ヨウ化水素によるエッチングによりITOを直線状に除去し、スリット11を開けてある。共通電極7はスリット11以外を覆っている。スリット11は方向10と約60度の傾きをもって画素の対角線に沿っている。その幅は約6 $\mu\text{m}$ で、画素電極と重なる部分にだけ開けてあり、画素内の液晶層の電界を歪ませる電界歪発生部位として機能する。そして、図2のように偏光板12、13を上下の基板の外側に、方向8、9に偏光軸を合わせて配置している。

【0025】なお、下基板上のTFT3、及びソース及びゲート配線16、21は、液晶への直流電圧印加をさける為の保護膜19で覆われている。また、本実施例では共通電極表面にオーバーコート層を設けているが、これには本質的な意味はなく、オーバーコート層がなくても問題はない。

【0026】図3は、従来の特開平4-149410号公報に記載の構成の画素に、電圧を印加したときの表示状態を示した平面図である。液晶分子が立ち上がると、まず、電極端から立ち上がり方向の異なる例えば図13に示す2種のスプレイTN配向が発生（図3（a））し、やや遅れて画素内部にいずれかの微少なスプレイTNドメインが発生（図3（b））し、これらのドメインは成長、吸収されて、2つのドメインに分かれる（図3（c））。

【0027】しかし、ドメインの境界のドメイン壁32の位置は、実験を繰り返す度に少しずつ異なり、また、一方のドメインの面積が他方より非常に大きくなる画素も多い。これらのドメインの立ち上がり方向は、少し斜めから観察すれば濃淡として見えるので確認できるが、従来の液晶パネルでは分かれたドメインの面積比率のむ

らのため、パネル内で濃淡むらが非常に目立ってしまう。

【0028】また、表示が十分黒くなる飽和電圧5Vをしばらく印加すると、右ねじれの配向がドメイン壁32の一部が切れて発生し、徐々に大きくなってスプレイトNの領域がなくなってしまう場合があった。右ねじれ配向は電圧を下げてすぐには消失せず、斜めから見たときに表示欠陥画素のように見えてしまう。

【0029】これに対して、図1の本発明の液晶表示素子では、図4(a)のように、画素電極端とスリットの端部で、同じ立ち上がり方向のスプレイトN30a、30bが発生し、次に図4(b)のように中間部に小さなドメインが発生しかけるが、すぐに図4(c)のように端部と同じドメイン30で均一化され、同時に、スリットの反対側は逆の立ち上がり方向のドメイン31で占められる。

【0030】このように、従来例と異なり、2種のスプレイトN間のドメイン壁32は、必ず、スリット11上に固定され、2つのドメイン30、31の面積は正確に等しくなり、大面積の液晶パネルでもむらなく視視角を対称にできる。また、対称になるだけでなく、通常のドメインに分かれないTNでは、コントラスト5以上で、かつ、階調が反転しない視視角が、分子の立ち上がり方向では10度、逆からは20度程度であったのが、±40度まで広がった。

【0031】図2の本発明の液晶表示素子に電圧を印加した時に、液晶層へ印加される電場の等電位線分布を計算すると、およそ図5のようになる。図中等電位線が曲線群40で、画素電極2と共通電極7上に配向膜があり、液晶を挟んでいる。上下基板1と20はガラスである。電極スリット部11近傍の等電位線はスリット側に膨らんだ山形(凸形状)に歪む。スリット端部及び画素電極端部の両脇の、等電位線の間隔が狭い部分(+印部)は電界強度が画素上よりも強くなっている。

【0032】スリットの方法は、液晶層の中央層の分子の配向方向と垂直でなく、図1のように画素の対角線に沿って斜めに配置する方がよい。図1のようにラビング方向に対してスリットを配置することにより、中央層の分子の配向方向と直交する場合に比べて、スリットの幅を狭くしても、ドメインが2つに分割できる。直交の場合は10μm以上の幅が必要であった。

【0033】また、電界歪発生部位を斜めに配置することにより、駆動信号レベルを白から黒に切り替えた時に、直交配置では過渡的に発生する逆チルトドメインを防止することができた。

【0034】実施例1において、ラビング方向をそのままにしてスリットをもう一方の対角線に沿って形成した場合は、ドメイン壁をスリットに沿って均一に形成することはできなかった。このことから、スリットの形成方向は、TFTEアレイ基板(下基板)表面の液晶の配向方

向とスリットの成す角が対向(上基板)表面の液晶の配向方向とスリットの成す角よりも大きいことが好ましい。

【0035】また、本実施例の液晶表示素子では、電圧を例えば10V以上にあげても、従来の特開平4-149410号公報に記載の構成のパネルのように、右ねじれTNが発生するという問題は生じなかった。これは、本実施例では、ドメイン壁は電極のないスリット部にあるため、ドメイン壁に電圧が印加されないためであると思われる。

【0036】本実施例の2種のスプレイトN間のドメイン壁をよく観察すると、電圧を印加して例えば他の部分が黒くなくても、ほぼ初期の白い状態のままで光抜けが生じている。すなわち、欠陥部は導波路として機能しているので、ドメイン壁部の液晶分子はあまり立ち上がりず捻れた状態を保っているはずである。

【0037】このようなスプレイトN間ドメイン壁内の寝た分子に電圧を印加することで、ドメイン壁自身の安定性が悪くなり、逆ねじれTNが生じたやすくなると考えられる。実際、逆捻れTNとスプレイトNとの間の配向欠陥は、電圧無印加でも複屈折がほとんどなく、垂直配向に近い状態となっており、このことから、スプレイトN間のドメイン壁の分子が電圧により立つことが、逆捻れTNを発生させている原因であることが窺える。

【0038】また、通常、ブラックマトリクス遮光層は画素外を覆うだけだが、本実施例では、電圧を印加してもスリット部から光が漏れコントラストを低下させるので、図1のようにスリット11の下にもブラックマトリクス遮光層4を設けている。但し、このブラックマトリクス遮光層は必ずしも必要ではなく、スリットの幅が狭い場合は光漏れの程度も小さく、遮光層なしでも実用上問題ないコントラストが確保できる。実際、本実施例の場合も遮光層なしで100以上のコントラスト比が得られた。

【0039】図1の構成で、画素電極のサイズと画素電極短辺の長さDとを変えた場合の、電圧に対する応答を調べた。長さDが100μmでは、上記の実施例の場合と同様に電極端の応答に続いて、中間部に小さなドメインが生じてから速やかに均一化するが、Dが50μmでは、画素端の応答から直接均一な2つのドメインに成長する。逆に、Dを200μmと大きくした場合では、0Vから5Vのステップ電圧を印加したときに、小さなドメインができてから均一化するまでに数百ミリ秒かかり、応答速度上の問題があった。

【0040】また、ポリイミドAは、基板面と界面液晶分子長軸とのなすプレチルト角が約2度から3度の配向膜であったが、プレチルト角が約9度と大きいポリイミドBを用いると、長さDが100μmでも小さなドメインが残り、均一なドメインに分かれなかった。従って、均一な配向膜を用いる場合は、プレチルトは3度以下

で、ドメイン制御性の観点からはできる限り低い（プレチルト角が0度に近い）方がよい。

【0041】本発明の液晶表示素子に適した配向方法としては、ポリイミドをラビングする以外に、例えばポリビニル4-メトキシシナメートのような紫外線硬化樹脂を基板上に塗布し、偏光紫外線を照射して重合させる方法がよい。この方法では、偏光軸に直交した方向に液晶分子は配向し、プレチルトは無くなる。従って、電圧無印加の状態では基板界面から中央層まで、すべて水平に配向する。例えば図1の構成で、方向8及び9と偏光軸とが平行な偏光紫外線を、上下の基板にそれぞれ照射すれば、捻れの向きはカイラル液晶の捻れ方向で決まる。

【0042】さらに、画素が大きい場合等に、ドメインが均一化する迄の時間を減少させるため、2種のポリイミドの混合溶液を塗布することが有効であった。すなわち、低プレチルトのポリイミドAの5%NMP（N-メチルピロリドン）溶液と、高プレチルトポリイミドBの5%NMP溶液をを8：2で混合した溶液を、スピナーで上下基板上に塗布し、焼成したところ、配向膜に直径数 $\mu\text{m}$ の微小な島状のむらができた。

【0043】成分分析の結果、微小部が主にポリイミドB、背景部がポリイミドAであり、混合溶液が塗布・焼成中に相分離した膜であった。このような、相分離配向膜を例えば図1の構成で、長さDが200 $\mu\text{m}$ のパネルで用いると、電圧印加時に画素中に出現する小ドメインのサイズが小さくなり、数が非常に増え、2つのドメインに均一化する迄の時間が、均一な膜の場合の半分以下になった。

【0044】以上のように、本発明の第1の実施例の構成により、視野角が完全に上下対称で広くなり、従来のようなむらを生じることがなくなる効果がある。

【0045】（実施例2）図6は、本発明の第2の実施例の液晶表示素子の断面図である。図1、2に示した実施例1では、共通電極を一部除去することにより傾斜電界を発生させたが、図6では二酸化珪素からなるストライプの土手状突起50を、図1のスリット11と同じ位置にフォトリソグラフィ法を用いて設けた。共通電極7にスリットが無くなった事以外の構成は、すべて図1と同じである。但し、本実施例の土手の高さは約1 $\mu\text{m}$ 、幅が6 $\mu\text{m}$ である。

【0046】このときの、等電位線の分布を有限要素法で計算すると、実施例1の場合と同様に、土手近傍の等電位線は、土手の中点上をピークとする土手側（電界歪発生部位）に膨らんだ凸形状に歪むことが確認された。

【0047】図6の液晶パネルに電圧を印加したところ、長さDが100 $\mu\text{m}$ の場合は実施例1と同様に、速やかにドメインが2つに分離し、視野角を対称にし広げることができた。

【0048】但し、土手の材料としては、液晶（長軸方

向の比誘電率は8前後）より誘電率が小さければ同様の電界分布となるので、二酸化珪素に限らない。例えば液晶への溶け出しがないようなフォトレジストなどもよい。

【0049】また、土手上に発生するドメイン壁に印加される電圧が弱いので、実施例1で述べた、通常TNの発生が抑えられる効果もある。

【0050】（実施例3）図7は本発明の第3の実施例の液晶表示素子の断面図である。実施例1、2では、共通電極側に電界歪発生部位を設けたが、本実施例ではTFT素子側基板の画素電極上に設けた構成である。図7の曲線群61は、画素上の等電位線の様子を概念的に描いている。画素電極側に設ける場合は、電界歪発生部位を設けることで等電位線の密度、すなわち電界強度が増すようにすることで、画素電極と逆側に等電位線を膨らますことができる。

【0051】従って、図7の土手の材料としては、実施例2と逆に、液晶より誘電率の大きな材料、あるいは、導電体で突起を作って電極間距離を減らして電界強度を上げればよい。誘電体材料としては、酸化チタンや酸化タンタルや、チタン酸バリウムなどがよい。

【0052】本実施例の土手部分の製法としては、例えば画素電極を先に設けた後に、TFT及びソース、ドレイン電極を作成した後、誘電体層として二酸化チタンをスパッターにより約500nm積み、土手となる部分以外の画素開口部をエッチングにより除去する。こうして、画素電極上に、幅8 $\mu\text{m}$ 、高さ0.5 $\mu\text{m}$ の土手60を作成した。このとき、保護膜19も同じ二酸化チタン膜を残すことで同時に形成する。その上に、ポリイミドAの配向膜15を塗布し、図1と同様の方向にラビング、パネル組立をし液晶を注入した。この場合も、実施例2と同様に長さDが100 $\mu\text{m}$ の場合は、土手を境に2つにドメインが明確に分離した。

【0053】画素電極を、TFT及びソース、ドレイン電極の後に付ける場合は、例えば図8に示した構成がよい。クロムからなるソース、ドレイン電極上に、二酸化珪素の膜をスパッターで約400nm積み、土手70となる部分以外の画素開口部をエッチングにより取り去る。その上から、ITOを成膜、エッチングして画素電極71を形成すれば、電極が土手状に突起して電界歪発生部位となる。この場合も、同様にパネルを作成したところ、誘電体の場合と同様に、ドメインの明確な分離が見られた。

【0054】ソース、ドレイン形成時に、画素上にソース、ドレインと同一の金属で同様の土手を設け、画素と導通させて同電位とした場合も、やはり同様にドメインの明確な分離がみられた。

【0055】（実施例4）本発明の第4の実施例の液晶表示素子の断面図を図9に示す。画素電極上に感光性ポリイミド（東レ製フोटニース等）を500nm塗布



し、露光後現像し、中央部の溝80の部分を除く。溝80の平面的な位置及び方向は、図2の平面図におけるスリットと同じである。本実施例の溝の幅は約6 $\mu$ mにした。このポリイミド膜81を、実施例1と同方向にラビングし、パネルにして液晶を注入し、配向させた。

【0056】この場合も、実施例3と同様に、長さDが100 $\mu$ mでは溝を境にドメインが分かれて、視野角を広げることができた。本実施例では、ポリイミドの比誘電率は約3程度と液晶より小さいので、ポリイミドが付いている部分は電界強度が弱く、溝部上の液晶層にかかる電界強度の方が強くなり、実施例3の場合と同様に、電界歪発生部位（溝）により共通電極側に膨らんだ凸形状に等電位線が歪んでいる。

【0057】なお、フォトリソの代わりに、有機溶剤に溶ける可溶性ポリイミド（日本合成ゴム製：AL1051等）を塗布し、フォトリソグラフィーによりパターンニングしてもよい。

【0058】以上のように、本発明の液晶表示素子では、具体的な構成は様々であったが、画素内の電界歪発生部位を、ねじれネマチック液晶に適した、所定の方向に設けることにより、異なる配向のドメインのサイズを正確に制御でき、視野角を対称化し、広げることができた。

【0059】具体的な実施例においては、電界歪発生部位を画素の対角線に沿って連続的に形成したが、電界歪発生部位は完全に対角線に沿わなくても異なる配向のドメインを制御することが可能である。また、電界歪発生部位は必ずしも1画素内に連続して設ける必要はなく、断続的に設けても、ドメインの制御は可能である。

【0060】上記4つの実施例では、アクティブマトリクス型の液晶パネルであったが、例えば上下基板がストライプ電極からなる単純マトリクスの場合でも本発明は有効であり、この場合は、中央層の分子の方向と交差する電極の辺を有する基板と、逆側の基板上の電極にスリットを入れるとよい。

【0061】さらに、実施例1で記載したプレチルトが低い方（3度以下）がより大きな画素でもドメインの分離が明確なこと、及び、大きな画素では相分離膜を用いた方が応答速度が速くなる効果は、実施例2から4の場合でも同じである。

【0062】また、実施例1から4の電界歪発生部位のうち、設置する基板が互いに異なるいずれか2つの構造を両方設けてもよい。

【0063】

【発明の効果】本発明の液晶表示素子は、ねじれネマチックモードで、電圧無印加時に液晶層の中央層の分子が水平配向している液晶素子の画素中に、基板間中央層の分子の配向方位と斜めに交わる方向に、線状の電界歪発生部位を設けることにより、電圧を印加したときに、分子の立ち上がる方向が逆で、従って視野角方向が逆にな

る2つのドメインが、電界歪発生部位を境に、正確に画素を2分する。

【0064】このため、従来のように斜め方向から見たときのムラを生じることなく、視野角を対称に、かつ、広げることがことができる効果がある。

【0065】また、特に、電界歪発生部位が電極を削除する構造の場合、スプレイ変形を含むTN配向から、逆ねじれのTNが出現するという問題が生じないという効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の液晶表示素子の平面図

【図2】本発明の第1の実施例の液晶表示素子の断面図

【図3】（a）は、従来の液晶表示素子の2種のスプレイTN配向が発生する様子で、電圧印加直後の様子を示す拡大平面図

（b）は、従来の液晶表示素子の2種のスプレイTN配向が発生する様子で、画素内部にスプレイTNドメインが発生する様子を示す拡大平面図

（c）は、従来の液晶表示素子の2種のスプレイTN配向が発生する様子で、2つのドメインに分かれる様子を示す拡大平面図

【図4】（a）は、本発明の第1の実施例の液晶表示素子の電圧印加直後の様子を示す拡大平面図

（b）は、本発明の第1の実施例の液晶表示素子の中間部に小さなドメインが発生する様子を示す拡大平面図

（c）は、本発明の第1の実施例の液晶表示素子の端部と同じドメインで均一化された様子を示す拡大平面図

【図5】本発明の第1の実施例の液晶表示素子に等電位線分布を示す断面図

【図6】本発明の第2の実施例の液晶表示素子の断面図

【図7】本発明の第3の実施例の液晶表示素子の断面図

【図8】本発明の第3の実施例の液晶表示素子の断面図

【図9】本発明の第4の実施例の液晶表示素子の断面図

【図10】従来の液晶表示素子の断面図

【図11】従来の液晶表示素子の断面図

【図12】従来の液晶表示素子の断面図

【図13】従来の液晶表示素子の断面図

【符号の説明】

1 下基板

2 画素電極

3 薄膜トランジスター

4 ブラックマトリクス遮光層

5 カラーフィルター

7 共通電極

8 下基板のラビング方向

9 上基板のラビング方向

10 中央層の液晶分子の配向方向

11 スリット

40 等電位線

50 土手

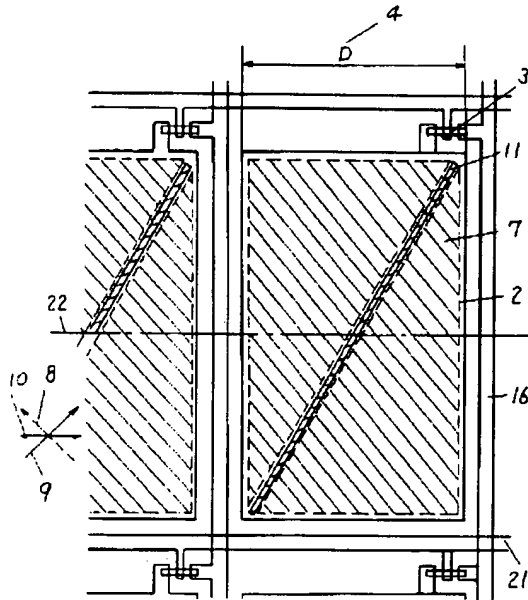
60 土手

13

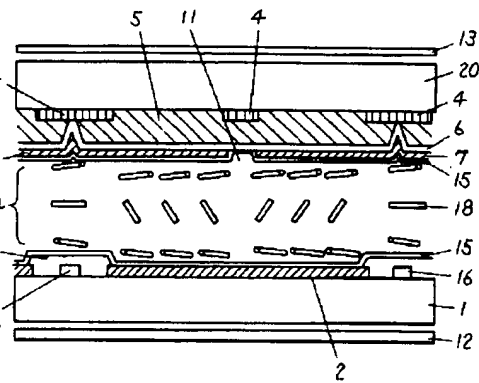
80 溝

14

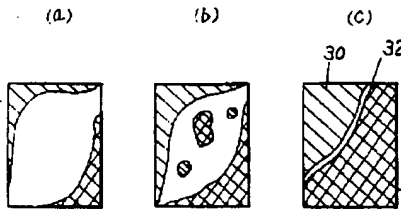
【図1】



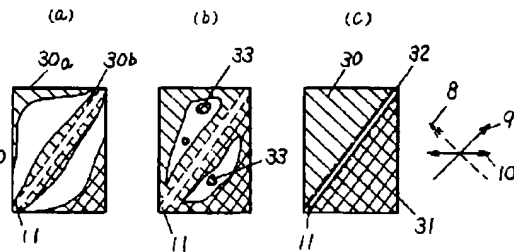
【図2】



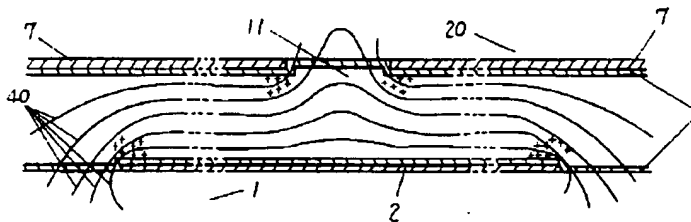
【図3】



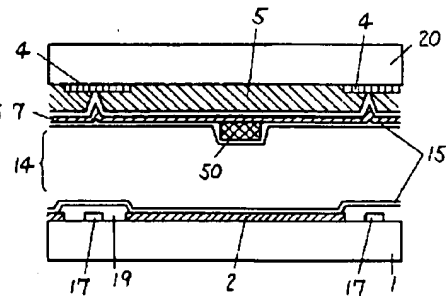
【図4】



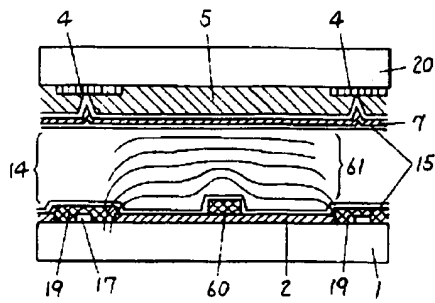
【図5】



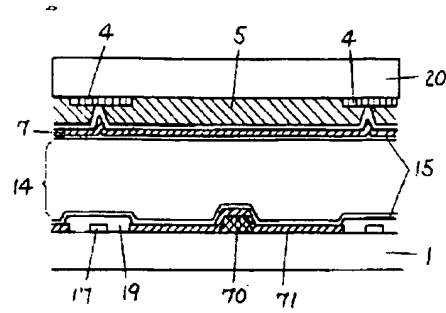
【図6】



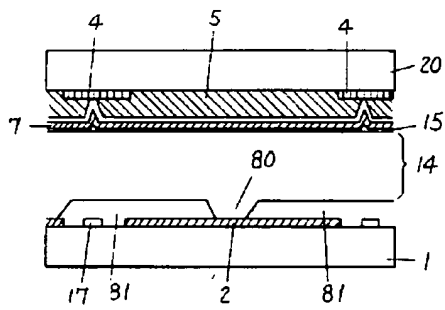
【図7】



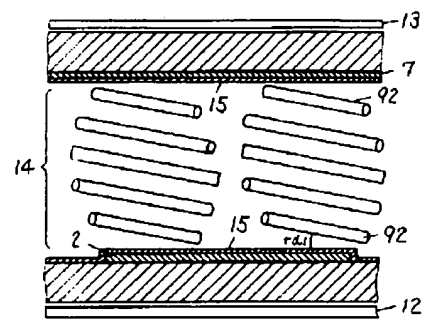
【図8】



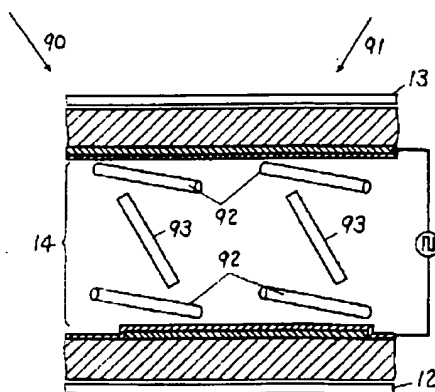
【図9】



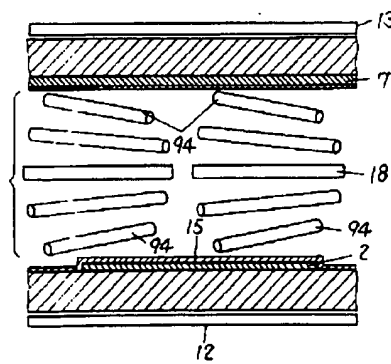
【図10】



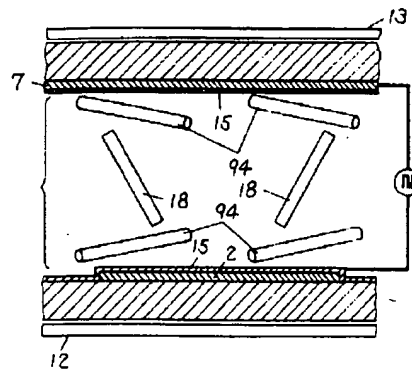
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 西村 紀子  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 脇田 尚英  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内